

**EVALUASI KERAPATAN JARINGAN STASIUN HUJAN DI DAS KALI
PEPE**



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Diajukan Oleh :

Rokhyat Taufik

D 100 110 025

Kepada :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

**EVALUASI KERAPATAN JARINGAN STASIUN HIDROLOGI DI DAS
KALI PEPE**

PUBLIKASI ILMIAH

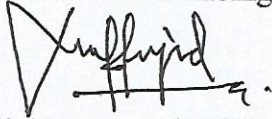
oleh :

ROKHYAT TAUFIK

D 100 110 025

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



Jaji Abdurrosyid, ST, MT

NIK. 691

HALAMAN PENGESAHAN
EVALUASI KERAPATAN JARINGAN STASIUN HUJAN DI DAS KALI
PEPE

OLEH
ROKHYAT TAUFIK
D100110025

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari: Kamis, 18 Agustus 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji,

1. Jaji Abdurrosyid ST, MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Gurawan Djati W ST, M.Eng
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Hermono SB, M.Eng
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,

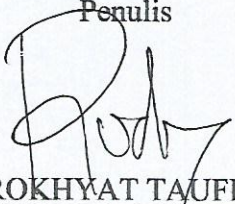


SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi negeri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 18 Agustus 2016

Penulis

ROKHYAT TAUFIK
D 100 110-025

EVALUASI KERAPATAN JARINGAN STASIUN HUJAN DI DAS KALI PEPE

ABSTRAKSI

Kali Pepe merupakan sungai yang berhulu di Gunung Merbabu dan berhilir di Sungai Bengawan Solo dengan luas DAS 300,449 km². Sungai ini melewati Kabupaten Boyolali dan Kota Solo, sungai ini sangat penting untuk drainase Kota Solo. Untuk itu terdapat banyak stasiun hidrologi yang berada di aliran Kali Pepe. Fungsi dari stasiun hujan untuk mengetahui tinggi hujan dan intensitas hujan di wilayah tersebut sehingga akan diketahui jumlah aliran air hujan yang masuk pada aliran Kali Pepe.

Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan pada DAS Kali Pepe dilakukan dengan menggunakan metode Kagan, Narayanan dan Stephenson. Dari lapangan akan didapatkan data curah hujan harian dan juga curah hujan bulanan. Kemudian dianalisa dan didapatkan kerapatan stasiun hidrologi berdasarkan metode Kagan, Narayanan–Stephenson dan Sri Harto–Vermeulen.

Setelah dilakukan analisis perhitungan dengan metode Kagan atau metode Narayanan-Stephenson dan juga Sri Harto–Vermeulen dapat disimpulkan bahwa dari hasil analisis di DAS Kali Pepe dengan metode Kagan, bahwa stasiun hujan yang ada belum sesuai metode Kagan, stasiun hujan yang ada masih terlalu kecil. Sehingga perlu penetapan stasiun-stasiun hujan untuk analisis selanjutnya. Untuk kesalahan 5% pada hujan harian memiliki kerapatan 0,224 km²/stasiun dan diperlukan 1336 stasiun, sedangkan untuk kesalahan 10% memiliki kerapatan 0,894 km²/stasiun dan memerlukan 336 stasiun. Dengan metode Narayanan - Stephenson didapatkan jumlah stasiun hujan yang diperlukan adalah 134 stasiun. Sedangkan untuk metode Sri Harto –Vermeulen didapatkan untuk kesalahan 5% memiliki 260 stasiun hujan, dan untuk kesalahan 10% memiliki 72 stasiun hujan.

Kata kunci : kerapatan, stasiun hidrologi, DAS Kali Pepe

DENSITY EVALUATION OF RAINFALL STATIONS OF "KALI PEPE" WATERSHED

ABSTRACT

Kali Pepe river flows from Merbabu Mountain to Bengawan Solo river with total watershed area of 300,449 km². The river passes the regions of Boyolali and Solo, and it is very important for the drainage of the Solo city. That is why many rainfall stations were installed alongside Kali Pepe river. The rainfall stations are tools to obtain the intensity and depth of rainfall in the area so the amount of rain water that will flow to Kali Pepe river will also be known.

The density evaluation of rainfall stations of Kali Pepe watershed is conducted by using methods of Kagan, Narayanan, and Stephenson. The data

available are daily rainfall and monthly rainfall. Those data then being analyzed using Kagan, Narayanan-Stephenson and Sri Harto-Vermeulen methods to obtain the density of rainfall stations.

Based on analytical result by methods of Kagan, Narayanan-Stephenson and Sri Harto-Vermeulen, by Kagan method it is obtained that the number of rainfall stations is less than the number required, so it is necessary to provide more rainfall stations for further analysis. For daily rainfall with 5% error, it needs 0.224 km²/station hence 1336 rainfall stations are required. For 10% error, the density is 0.894 km²/station hence 336 rainfall stations are required. By Narayanan-Stephenson method it is obtained that the number of rainfall stations required are 134. And by Sri Harto-Vermeulen method, for 5% error it requires 260 rainfall stations and for 10% error it requires 72 rainfall stations.

Keywords: *density, rainfall stations, Kali Pepe river watershed*

1. PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok untuk makhluk hidup. Air di bumi ini mempunyai siklus yang disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi akan berubah di setiap bulannya atau musimnya, jumlah air di bumi tetap sepanjang waktunya. Di dalam pemenuhan kebutuhan manusia diperlukan ilmu manajemen sumberdaya air, sehingga dapat memenuhi kebutuhan air tersebut secara optimal. Hal ini disebabkan karena adanya pola distribusi ketersediaan air tidak sama dengan distribusi kebutuhan air, baik distribusi secara ruang dan waktu. Salah satu upaya untuk mendukung optimasi manajemen sumberdaya air adalah optimalnya jaringan stasiun pencatatan hujan. Dengan jaringan yang baik maka analisis ketersediaan air yang menggunakan data hujan menjadi lebih valid (dapat dipertanggung jawabkan).

Kesalahan dalam pemantauan data dari stasiun hujan sangat berpengaruh terhadap data hasil yang kurang optimal. Kesalahan tersebut bermacam-macam penyebabnya ada yang dari alatnya yang rusak ataupun *error* ada juga dikarenakan jarak antar stasiun hujan yang terlalu jauh ataupun variasi penyebaran hujan secara ruang kurang merata pada daerah aliran sungai (DAS) tersebut. Jumlah stasiun hujan yang optimal dan pola penyebaran stasiun hujan yang optimal sangatlah diperlukan untuk kegiatan perencanaan dan manajemen sumberdaya air ke masa depan.

Kota Solo memiliki banyak sekali aliran air sungai, yang terbesar adalah Bengawan Solo yang berhulu di Wonogiri dan berhilir di Laut Jawa bagian timur. Aliran yang terbesar kedua adalah sungai Kali Pepe yang memiliki luas DAS 300,449 km² yang berhulu di Merbabu dan berhilir di Sungai Bengawan Solo, sungai ini membelah kota Solo. Di DAS Kali Pepe ini banyak terdapat stasiun hujan, tetapi adanya stasiun-stasiun hujan tersebut belum pernah di evaluasi secara detail baik posisi maupun kualitas datanya. Studi ini berusaha mengkaji kerapatan jaringan stasiun pencatat hujan di DAS Kali Pepe.

2. METODE

Air merupakan salah satu kebutuhan pokok untuk makhluk hidup. Air di bumi ini mempunyai siklus yang disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi akan berubah di setiap bulannya atau musimnya, jumlah air di bumi tetap sepanjang waktunya. Di dalam pemenuhan kebutuhan manusia diperlukan ilmu manajemen sumberdaya air, sehingga dapat memenuhi kebutuhan air tersebut secara optimal. Hal ini disebabkan karena adanya pola distribusi ketersediaan air tidak sama dengan distribusi kebutuhan air, baik distribusi secara ruang dan waktu. Salah satu upaya untuk mendukung optimasi manajemen sumberdaya air adalah optimalnya jaringan stasiun pencatatan hujan. Dengan jaringan yang baik maka analisis ketersediaan air yang menggunakan data hujan menjadi lebih valid (dapat dipertanggung jawabkan).

Kesalahan dalam pemantauan data dari stasiun hujan sangat berpengaruh terhadap data hasil yang kurang optimal. Kesalahan tersebut bermacam-macam penyebabnya ada yang dari alatnya yang rusak ataupun *error* ada juga dikarenakan jarak antar stasiun hujan yang terlalu jauh ataupun variasi penyebaran hujan secara ruang kurang merata pada daerah aliran sungai (DAS) tersebut. Jumlah stasiun hujan yang optimal dan pola penyebaran stasiun hujan yang optimal sangatlah diperlukan untuk kegiatan perencanaan dan manajemen sumberdaya air ke masa depan.

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah data primer dan data sekunder. Adapun data primer merupakan data yang diambil langsung dari lapangan atau didapatkan dengan cara observasi melalui survey langsung ke lapangan. Data sekunder merupakan data yang didapat secara tidak langsung yaitu diperoleh dari instansi terkait seperti BMKG, Pekerjaan Umum Pengairan, dan Balai Sungai. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

2.1 Data Topografi

Berupa Peta daerah aliran sungai (DAS) kali Pepe yang diperoleh dari balai Sungai. Data ini digunakan untuk mengetahui aliran Kali Pepe. Data ini diambilkan dari Peta Rupa Bumi tahun 1999 keluaran Bakosurtanal.

2.2 Data Hidrologi

Berupa data curah hujan harian dan bulanan yang diperoleh dari PU Pengairan dan BMKG.

2.3 Data Peta Stasiun Hujan

Peta stasiun hujan didapatkan dari PU Pengairan dan BMKG.

1. Menentukan stasiun-stasiun hujan yang aktif pada Das kali Pepe.
2. Menguji kepanggahan stasiun hujan dengan metode RAPS.
3. Menghitung jarak antara stasiun hujan.
4. Menghitung korelasi antar stasiun hujan, baik hujan harian ataupun hujan bulanan.
5. Dari jaringan stasiun hujan yang telah tersedia, dapat dihitung nilai koefisien variasi (C_v) baik harian maupun bulanan, sesuai dengan yang diperlukan.

6. Hubungan yang diperoleh diatas digambarkan dalam sebuah grafik lengkung eksponensial, dari grafik ini dapat diperoleh besaran $d_{(0)}$ dengan menggunakan nilai rata-rata d dan $r_{(d)}$.
7. Dengan besaran tersebut maka kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi dapat dihitung dengan persamaan (5) dan (6), setelah tinggi ketelitian diterapkan. Atau sebaliknya, dapat dicari grafik hubungan antara jumlah stasiun hujan dengan ketelitian yang diperoleh, baik untuk hujan harian maupun hujan bulanan.
8. Setelah jumlah stasiun ditetapkan untuk daerah aliran sungai tersebut maka penetapan stasiun hujan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (7) dan menggambarkan jaring-jaring segitiga sama sisi dengan panjang sisi sama dengan 1. (*Metode Kagan*)
9. Menghubungkan kerapatan jaringan dengan sifat statistik data hujan (terutama untuk jaringan hujan bulanan), apabila jumlah stasiun yang ada terbagi merata di dalam DAS. Dalam hal ini ditetapkan koefisien perubahan bulanan Cv_m yang dinyatakan dalam persen terhadap hujan tahunan rata-rata (dianjurkan untuk menggunakan lebih dari 100 bulan). Selanjutnya disusun "cumulative frequency curve" untuk Cv_m dan ditetapkan nilai C' yang dilampaui dalam 5% kejadian. Apabila nilai $C' = 10$ maka jaringan stasiun hujan yang ada dapat dipandang memadai. Namun apabila nilai $C < 10$, maka jumlah stasiun hujan (N) ditetapkan dengan persamaan (10). (*Metode Stephenson dan Narayanan*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada daerah aliran sungai (DAS) Kali Pepe memiliki luas area 300,449 km² dan memiliki curah hujan harian 9,244864717 mm yang meliputi wilayah kab. Boyolali dan Kota Surakarta. Daerah aliran sungai (DAS) ini membelah kota Surakarta ditujukan untuk menampung aliran air yang datang dari gunung Merbabu menuju kota Surakarta.

Kerapatan stasiun hujan eksisting pada DAS Kali Pepe :

$$= \frac{\text{Luas DAS Kali Pepe}}{\text{Jumlah stasiun hujan}}$$

$$= \frac{300,449}{10}$$

$$= 30,0449 \text{ km}^2/\text{stasiun}$$

3.1 Uji kepanggaan metode RAPS

Contoh pengujian dengan metode RAPS untuk stasiun hujan Cengklik.

$$\text{Hujan (satu stasiun)} = 1623 \text{ mm}$$

$$\text{Hujan rerata 7 tahun} = 2130,9$$

$$Sk^* = 1623 - 2130,9 = -507,92$$

$$Sk^{**} \text{ kumulatif} = -507,92 + 0,00 = -507,92$$

$$\text{Standar deviasi} = 660,375$$

$$Sk^{**} = -507,92 / 660,375 = -0,77$$

$$Sk^{**} \text{ kumulatif} = -0,77 + -0,00 = 0,77$$

$$[Sk^{**} \text{ kumulatif}] = 0,77$$

Dari uji kepenggahan diatas, 9 diantara 10 stasiun hujan konsisten, sedangkan satu stasiun hujan tidak konsisten, yaitu stasiun Mojosongo.

3.2 Menghitung jarak, curah hujan, dan korelasi antar stasiun hujan

Dari hasil penelitian dan studi pustaka, pada DAS Kali Pepe terdapat 10 stasiun hujan yang masih aktif, tetapi dari 10 stasiun tersebut data-data yang diperoleh antara stasiun hujan satu dengan yang lain tidak sama. Berikut beberapa stasiun hujan yang dipakai pada penelitian ini menggunakan sistem MRG (*Manual Rainfall Gauge*).

Selanjutnya mencari jarak antar stasiun, jarak digunakan untuk mencari nilai koefisien korelasi atau hubungan jarak dengan curah hujan harian. Jarak antar stasiun diperoleh dengan mencari derajat bujur lintang utara (Lu) dan lintang selatan (Ls) atau bisa dengan mengukur jarak antar stasiun pada gambar peta topografi dalam bentuk AutoCad yang sudah tersedia, didalam penelitian ini mencari jarak dengan menggunakan peta topografi yang sudah tersedia.

Analisis korelasi dalam hal ini dihitung menggunakan persamaan (4), sebagai contoh analisis untuk stasiun Ngemplak (1) terhadap stasiun Cengklik (2) dengan menggunakan rumus manual :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r = \frac{2422.95069 - (13490)(151140)}{\sqrt{\{(2422.633045) - 181980100\} \{(2422.576822) - 228432996\}}}$$

$$r = \frac{230257118 - 203887860}{(1351254890)(1168629888)}$$

$$r = \frac{26369258}{1256629162}$$

$$r = 0,0209$$

Jadi, nilai korelasi yang didapatkan pada hitungan manual adalah 0,0209. Nilai tersebut sama dengan nilai yang dihitung dengan menggunakan Ms Excel.

NO	RATA-RATA/STA. HUJAN	SD/STA. HUJAN	KOEF.VARIASI
1	5,569983485	15,17722701	2,724824418
2	6,240297275	14,11446288	2,2618254
3	9,968222443	19,44005077	1,950202344
4	8,616381545	17,63824345	2,04705924
5	9,528123217	17,43633491	1,829986295
6	7,995424504	16,95502227	2,120590628
7	7,574777887	13,72050226	1,811340539
8	15,74663073	25,51220221	1,620168953
9	20,4871481	20,85216704	1,017816972
10	10,91786448	17,2644635	1,581304067

Jadi, koefisien variasi rata-ratanya adalah 1,896512

3.3 Kesalahan perataan dan interpolasi

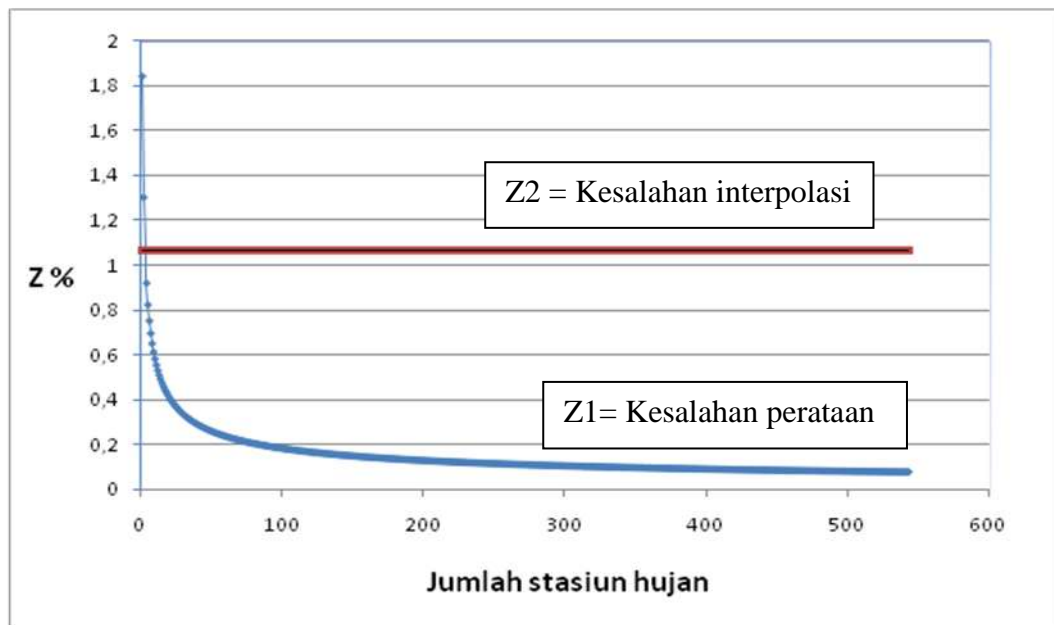
Pada persamaan (4) dan (5) merupakan perhitungan untuk mengetahui kesalahan perataan (Z1) dan kesalahan interpolasi (Z2). Untuk curah hujan harian ataupun curah hujan bulanan, tetapi didalam penelitian ini hanya didapatkan (Z1) dan (Z2) pada curah hujan harian, sebagai berikut :

1. Kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi untuk kesalahan 5% sebagai berikut :
 - ro = 0,0561
 - do = 17199,9
 - Cv = 1,896512
 - N = 1336,11 = 1336 buah
 - Z1 = 5,06%
 - Z2 = 106%
2. Kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi untuk kesalahan 10% sebagai berikut :
 - ro = 0,0561
 - do = 17199,9
 - Cv = 1,896512
 - N = 335,9861 = 336 buah
 - Z1 = 10,07%
 - Z2 = 106%
3. Kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi untuk jumlah stasiun *real* atau 10 stasiun adalah sebagai berikut :
 - ro = 0,0561
 - do = 17199,9

$$\begin{aligned}C_v &= 1,896512 \\N &= 10 \\Z_1 &= 58,29\% \\Z_2 &= 106\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z_1 &= 1,896512 \sqrt{(1 - 0,0561 + (0,23 \frac{\sqrt{300,449}}{17199,9\sqrt{10}}))/10} \\&= 0,5829 = 58,29\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z_2 &= 1,896512 \sqrt{\frac{1 - \frac{0,0561}{8} + 0,52 * 0,0561}{17199,9\sqrt{300,449}/10}} \\&= 1,0637 = 106\%\end{aligned}$$



Gambar V.2 Hubungan antara jumlah stasiun hujan dengan kesalahan perataan dan kesalahan interpolasi pada hujan rata-rata harian.

Berdasarkan grafik diatas dengan persamaan (5) dengan kesalahan 5% dan 10% didapatkan jumlah stasiun 1336 dan 336 buah. Kemudian berdasarkan jumlah stasiun yang ditetapkan maka jaringan Kagan dapat ditetapkan panjang sisi segitiga dengan panjang (l) yang ditetapkan dengan menggunakan persamaan (7) sebagai berikut :

1. Dengan kesalahan perataan 5% di dapat $l = 0,507$ km
2. Dengan kesalahan perataan 10% di dapat $l = 1,012$ km

3.5 Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan

Dari hasil analisis di DAS Kali Pepe dengan metode Kagan, bahwa stasiun hujan yang ada belum memenuhi metodenya, stasiun hujan yang ada masih terlalu kecil. Sehingga perlu penetapan stasiun-stasiun hujan untuk analisis selanjutnya. Untuk kesalahan 5% pada hujan harian memiliki kerapatan $0,224 \text{ km}^2/\text{stasiun}$, sedangkan untuk kesalahan 10% memiliki kerapatan $0,894 \text{ km}^2/\text{stasiun}$. Dengan metode Narayanan dan Stephenson didapatkan jumlah stasiun hujan yang diperlukan adalah 133,611 buah, nilai tersebut didapatkan dengan rumus diatas, karena nilai C' lebih dari 10 yaitu 1336,11 berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned}N &= (C'/10)^2 n \\&= (1336,11/10)^2 10 \\&= 133,661 = 134 \text{ stasiun.}\end{aligned}$$

Sebenarnya terdapat hubungan erat antara jumlah stasiun hujan dengan ketelitian yang dapat dicapai. Untuk itu apabila dalam teori Kagan dapat digunakan, maka terdapat persamaan untuk memperkirakan ketelitian hujan rata-rata di pulau Jawa dengan menggunakan metode Sri Harto dan Vermeulen 1987, berikut perhitungannya.

Untuk stasiun hujan dengan kesalahan 5% :

$$\begin{aligned}ED &= 100,3187 N^{-0,5395} \\ED &= 100,3187 * 260^{-0,5395}\end{aligned}$$

$$ED = 4,99 = 499 \%$$

Untuk stasiun hujan dengan kesalahan 10% :

$$\begin{aligned}ED &= 100,3187 N^{-0,5395} \\ED &= 100,3187 * 72^{-0,5395}\end{aligned}$$

$$ED = 9,98 = 998 \%$$

Kemudian didapatkan jumlah stasiun untuk kesalahan 5% dan kesalahan 10%, untuk kesalahan 5% ada $259,46 = 260$ stasiun hujan, sedangkan untuk kesalahan 10% ada $71,8 = 72$ stasiun hujan.

Dengan hasil tersebut dapat diketahui l dengan menggunakan persamaan (7). Untuk kesalahan 5% didapatkan $l = 1,15 \text{ km}$, sedangkan untuk kesalahan 10% didapatkan $l = 4,46 \text{ km}$.

4. PENUTUP

Setelah dilakukan analisis perhitungan dengan metode Kagan atau metode Narayanan dan Stephenson dapat di simpulkan bahwa dari hasil analisis di DAS Kali Pepe dengan metode Kagan, bahwa stasiun hujan yang ada belum memenuhi metodenya, stasiun hujan yang ada masih terlalu kecil. Sehingga perlu penetapan stasiun-stasiun hujan untuk analisis selanjutnya. Untuk kesalahan 5% pada hujan harian memiliki kerapatan $0,224 \text{ km}^2/\text{stasiun}$, sedangkan untuk kesalahan 10% memiliki kerapatan $0,894 \text{ km}^2/\text{stasiun}$. Sedangkan dengan metode Narayanan dan Stephenson didapatkan jumlah stasiun hujan yang diperlukan adalah 133,611 buah. Kemudian dengan metode Sri Harto dan Varneulen didapatkan jumlah stasiun untuk kesalahan 5% dan kesalahan 10%, untuk kesalahan 5% ada $259,46 = 260$ stasiun hujan, sedangkan untuk kesalahan 10% ada $71,8 = 72$ stasiun hujan. Kemudian dengan persamaan (7) didapatkan l untuk kesalahan 5% = 1,15 km, untuk l kesalahan 10% = 4,46 km.

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data *real* yang dididapatkan dari lapangan, penelitian ini menunjukkan bahwa data yang dari lapangan apabila di hitung didapatkan nilai seperti yang tertera, data *real* lapangan tidak dapat mencakup dari tiga metode yang digunakan penulis untuk penelitian ini, dikarenakan data yang dimiliki tidak semua stasiun hujan eksisting memiliki data, antara hujan harian satu dengan hujan harian yang lain. Dan untuk peneliti selanjutnya diharapkan untuk meneliti dengan jumlah stasiun yang lebih banyak atau seluruh stasiun hujan yang ada pada DAS Kali Pepe di gunakan untuk penelitian, dikarenakan apabila jumlah stasiun lebih banyak, nilai kerapatan stasiun hujan akan lebih terlihat atau di ketahui.

PERSANTUNAN

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan kekuatan, rahmat, serta hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bersama ini penulis mengucapkan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, waktu, dan do'anya sehingga penulis dapat menyelesaikannya.

Kemudian dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak. Ir. H. Sri Sunarjono MT, PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak. Mochamad Solikin ST, MT, PhD., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Jaji Abdurrosyid ST, MT., selaku Pembimbing Utama.
4. Bapak Gurawan Djati W ST, M.Eng., selaku Pembimbing Pendamping.
5. Bapak Ir. Hermono SB, M.Eng., selaku Penguji.

6. Bapak Agus Sutanto ST, MT., selaku Pembimbing Akademik.
7. Orang Tua yang selalu memberikan segalanya untuk penulis.
8. Kakak-kakak serta keluarga yang selalu tanpa lelah memberikan segalanya.
9. Teman-teman kampung, YSR dan teman-teman angkatan 2011.
10. Dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dan ridho dari Allah SWT, serta Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

Sri Harto Br.1993.*Analisis Hidrologi*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Sri Harto Br. 2000.*Teori, Masalah, Penyelesaian*, Nafiri Offset, Yogyakarta

Krisnayanti,DS.”Evaluasi kerapatan jaringan stasiun hujan terhadap ketelitian perkiraan hujan rancangan pada SWS Noelmina di Pulau Timor”. Diakses dari <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jurnal-teknik-sipil/article/view/18567/18342>. 2011

Junaidi, R.”Kajian rasionalisasi jaringan stasiun hujan pada ws Parigi-Poso Sulawesi Tengah dengan metode Kagan Rodda dan Kriging”. Diakses dari <http://ejurnal.wisnuwardhana.ac.id/index.php/sis/article/view/598>. 2015

Suriantara Pariartha.” Analisis pola penempatan dan jumlah stasiun hujan berdasarkan persamaan Kagan pada DAS Keduang Waduk Wonogiri”. Diakses dari <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jits/article/view/4237>. 2012

Djafar, H dkk.”Studi analisa kebutuhan jumlah stasiun hujan berdasarkan evaluasi perbandingan antara analisa hidrograf banjir dan banjir historis pada daerah aliran sungai Limboto provinsi Gorontalo”. Diakses dari <http://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/download/217/211> . 2014

Fajarika, I dkk.”Evaluasi penentuan stasiun hujan di pulau Sabu”. Diakses dari <http://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/115/100> . 2014

Rhodita, M dkk.”Rasionalisasi jaringan penakar hujan di DAS Kedungsoko Kabupaten Nganjuk”. Diakses dari <http://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/163> .2013